



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 34 08 352.9
②② Anmeldetag: 7. 3. 84
②③ Offenlegungstag: 19. 9. 85

Behördeneigenthum

DE 3408352 A1

⑦① Anmelder:

GTE Valeron Corp. (eine Gesellschaft n.d.Ges.d.
Staates Delaware), Troy, Mich., US

⑦④ Vertreter:

Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000
München; Schmitz, W., Dipl.-Phys.; Graalfs, E.,
Dipl.-Ing., 2000 Hamburg; Wehnert, W., Dipl.-Ing.,
8000 München; Döring, W., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Dr.-Ing., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

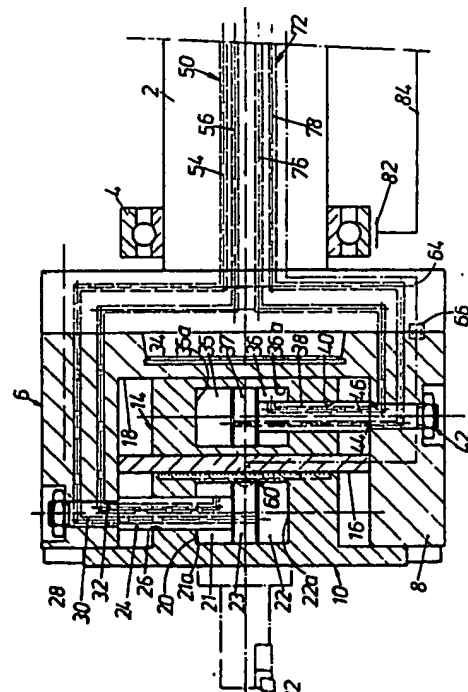
⑦② Erfinder:

Beck, Hans-Werner, 6290 Sinsheim, DE; Rupp,
Gerhard, 6955 Aglasterhausen, DE; Horsch, Wilfried,
6951 Obrigheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Werkzeugkopf für eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine

Es wird ein mit einem Werkzeug versehener umlaufender Werkzeugkopf für eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine beschrieben. Ein das Werkzeug tragender Werkzeugschieber und ein zum Wuchtausgleich dienender Gegenschieber werden jeweils durch einen eigenen hydraulischen Steuerkreis zur Werkzeugverstellung bzw. zur Wuchtausgleichsverstellung mit einem unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagt. Zugstangen und andere mechanische Kraftübertragungsmittel sind daher zum Verstellen des Werkzeugschiebers und Gegenschiebers nicht erforderlich. Dem Werkzeugschieber ist ein Wegmesser zugeordnet, dessen Wegsignale zur Erzeugung von Steuersignalen für die Druckbeaufschlagung des Werkzeugschiebers verwendet werden, um das Werkzeug bei dem Bearbeitungsvorgang entsprechend einer gewünschten Kontur des Werkstückes zu verstellen. Die Druckbeaufschlagung des Gegenschiebers wird über einen gesonderten Steuerkreis gesteuert, wobei die hierzu erforderlichen Steuersignale in Abhängigkeit von den Signalen eines Fühlers zum Erfassen einer Unwucht des Werkzeugkopfes erzeugt werden.



DE 3408352 A1

1 PATENTANSPRÜCHE

1. Mit einem Werkzeug versehener unlaufender Werkzeugkopf für eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine, mit einem das Werkzeug tragenden Werkzeugschieber, der in einem an der Werkzeugspindel vorgesehenen Grundkörper zur Werkzeugverstellung geradlinig verschiebbar und in unterschiedlichen Lagen festlegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugschieber (10) zum Verschieben und Festlegen mit einem unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagbar ist.
2. Werkzeugkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugschieber (10) auf in Verstellrichtung entgegengesetzten Druckflächen (21a,22a) mit dem Hydraulikmittel beaufschlagbar ist.
3. Werkzeugkopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckflächen (21a,22a) aus den Stirnflächen eines im Werkzeugschieber (10) gebildeten Innenraumes (20) bestehen, der durch einen bezüglich des Grundkörpers (8) festgelegten Kolben (23) in zwei Druckkammern (21,22) unterteilt ist.
4. Werkzeugkopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (23) an einer durch eine Bohrung (26) des Werkzeugschiebers (10) geführten, am Grundkörper (8) festgelegten Kolbenstange (24) vorgesehen ist, die zur Zu- und Abführung des Hydraulikmittels dient.
5. Werkzeugkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Druckbeaufschlagung des Werkzeugschiebers (10) ein hydraulischer Steuerkreis (50) vorgesehen ist, der durch von einem Rechner (62) erzeugte Steuersignale zur kontinuierlichen Verstellung des Werkzeuges (12) steuerbar ist.

- 1 6. Werkzeugkopf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß der Steuerkreis (50) einen Hochdruck- und einen
Niederdruckteil mit einem im Werkzeugkopf (6) oder in
5 der Werkzeugspindel (2) angeordneten Druckwandler
(52) aufweist.
7. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 5 oder 6, da-
durch gekennzeichnet, daß dem Werkzeugschieber (10)
ein Wegmesser (60) zugeordnet ist, der in Abhängigkeit
10 von der Stellung des Werkzeugschiebers (10) Wegsigna-
le erzeugt, die dem Rechner (62) zur Erzeugung der
Steuersignale für den Steuerkreis (50) zuführbar
sind.
- 15 8. Werkzeugkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
daß der Wegmesser (60) ein digitaler oder analoger
Wegmesser ist.
9. Werkzeugkopf nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
20 daß der Wegmesser (60) als induktiver Wegaufnehmer
oder als Wegmeßlineal ausgebildet ist.
10. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch
25 gekennzeichnet, daß der Wegmesser (60) mit dem Rech-
ner (62) über eine Übertragungseinrichtung (68,70)
verbunden ist, die die Wegsignale vom Werkzeug-
kopf (6) oder der Werkzeugspindel (2) auf ein
stationäres Teil überträgt.
- 30 11. Werkzeugkopf nach Anspruch 10, dadurch gekennzeich-
net, daß die Übertragungseinrichtung eine an der Werk-
zeugspindel vorgesehene Schleifringverbindung ist.

- 1 12. Werkzeugkopf nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
2 daß die Übertragungseinrichtung (62,64) eine
3 drahtlose Verbindung mit einem an Werkzeugkopf (6)
4 oder Werkzeugspindel (2) vorgesehenen Sender (60)
5 und einem stationären Empfänger (62) ist.
- 10 13. Werkzeugkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem im Grundkörper ein Gegenschieber zum Wucht-
ausgleich verschiebbar gelagert ist, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Gegenschieber (14) zur kon-
tinuierlichen Wuchtausgleichverstellung mit einem
unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagbar
ist.
- 15 14. Werkzeugkopf nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
daß der Gegenschieber (14) auf in Verstellrich-
tung entgegengesetzten Druckflächen (35a,36a) mit
dem Hydraulikmittel beaufschlagbar ist.
- 20 15. Werkzeugkopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
daß die Druckflächen (35a,36a) aus den Stirnflächen
eines im Gegenschieber (14) gebildeten Innenraumes
(34) bestehen, der durch einen bezüglich des Grund-
körpers (8) festgelegten Kolben (37) in zwei Druck-
25 kammern (35,36) unterteilt ist.
- 30 16. Werkzeugkopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
daß der Kolben (37) an einer durch eine Bohrung (40)
des Gegenschiebers (14) geführten, am Grundkörper
(8) festgelegten Kolbenstange (38) vorgesehen ist,
die zur Zu- und Abführung des Hydraulikmittels dient.
- 35 17. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 13 bis 16, da-
durch gekennzeichnet, daß zur Druckbeaufschlagung
des Gegenschiebers (14) ein hydraulischer Steuer-
kreis (72) vorgesehen ist, der durch von einem

1 Rechner (62) erzeugte Steuersignale zur kontinuierlichen Verstellung des Gegenschiebers (14) steuerbar ist.

5 18. Werkzeugkopf nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch einen Fühler (82) zum Erfassen einer Unwucht des Werkzeugkopfes (6), der kontinuierlich Unwuchtsignale an den Rechner (62) zur Erzeugung der Steuersignale für die Druckbeaufschlagung des Gegenschiebers ⁽¹⁴⁾ abgibt.

10 19. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenschieber (14) aus einem schwereren Material als der Werkzeugschieber (10), insbesondere aus Schwermetall, besteht.

15

20

25

30

35

1 BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft einen mit einem Werkzeug versehe-
nen umlaufenden Werkzeugkopf für eine numerisch ge-
5 steuerte Werkzeugmaschine, mit einem das Werkzeug tra-
genden Werkzeugschieber, der in einem an der Werkzeug-
spindel vorgesehenen Grundkörper zur Werkzeugverstellung
geradlinig verschiebbar und in unterschiedlichen Lagen
festlegbar ist.

10 Derartige Werkzeugköpfe wie sie z.B. zum Plandrehen,
Bohren, Fräsen, Gewindeschneiden oder dgl. eingesetzt
werden, sind bekannt, vgl. z.B. die deutsche Patentan-
meldung P 33 46 467.7 der Anmelderin. Bei diesen Werk-
15 zeugköpfen wird der Werkzeugschieber über eine Stell-
vorrichtung verschoben, die über eine mechanische Ver-
bindung, insbesondere eine sich axial durch die Werkzeug-
spindel erstreckende Zugstange, mit dem Werkzeugschie-
ber gekoppelt ist. Diese mechanische Verbindung nimmt
20 die im Werkzeugschieber entstehenden Fliehkräfte auf
und gibt sie letztlich an die Lager der Werkzeugspindel
weiter. Zunehmend sind höhere Drehzahlen des Werkzeuges
erforderlich, um die für bestimmte Schneidstoffe not-
wendigen Schnittgeschwindigkeiten zu erreichen. Die
25 hieraus resultierenden hohen Fliehkräfte führen zu
einer entsprechenden Beanspruchung der mechanischen
Verbindung zwischen Wagschieber und Stellvorrichtung
sowie der Spindellager.

30 Durch die vorliegende Erfindung soll ein mit einem um-
laufenden Werkzeug versehener Werkzeugkopf für eine
numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine geschaffen werden,
bei der eine Beanspruchung der Werkzeugspindel bzw.
der Spindellager durch im Werkzeugschieber erzeugte
35 Fliehkräfte so weitgehend wie möglich vermieden wird.

1 Ein Werkzeugkopf mit den eingangs angegebenen Merkmalen
ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der
Werkzeugschieber zum Verschieben und Festlegen mit einem
unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagbar
5 ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist somit der Werkzeug-
schieber im Grundkörper frei beweglich gelagert und
allein den Druckkräften des Hydraulikmittels aus-
10 gesetzt. Es ist keinerlei mechanische Verbindung zu
einer Stellvorrichtung oder dgl. vorhanden; insbesonde-
re fällt die bei den vorbekannten Werkzeugköpfen übli-
che Zugstange im Inneren der Werkzeugspindel weg.

15 Da somit die Fliehkräfte des Gegenschiebers nicht auf
eine gesonderte mechanische Verstellvorrichtung über-
tragen werden können, ergibt sich eine entsprechende
Entlastung der Spindellager. Ein weiterer Vorteil be-
steht in der erheblichen konstruktiven Vereinfachung
20 des Werkzeugkopfes. Auch ein automatischer Werkzeug-
wechsel wird hierdurch vereinfacht, da ein andernfalls
erforderliches Kuppeln und Entkuppeln der mechanischen
Verstellvorrichtung wegfällt.

25 Vorzugsweise ist dem Werkzeugschieber ein Wegmesser zu-
geordnet, der in Abhängigkeit von der Stellung des Werk-
zeugschiebers Wegsignale erzeugt. Die Wegsignale werden
in einem Rechner in Verbindung mit der numerischen Werk-
zeugsteuerung zu Steuersignalen verarbeitet, durch die
30 ein hydraulischer Steuerkreis für die Druckbeaufschla-
gung des Werkzeugschiebers gesteuert wird. Hierdurch
wird es möglich, daß der Werkzeugschieber und damit
das Werkzeug entsprechend einem vorgegebenen Programm
bei dem Bearbeitungsvorgang kontinuierlich verstellt
35 wird, um eine gewünschte Kontur des Werkstückes herzu-
stellen.

1 Zur Vermeidung einer Unwucht ist es üblich, im Werkzeug-
kopf einen Gegenschieber vorzusehen, der in entgegen-
gesetzter Richtung wie der Werkzeugschieber verstellt
wird. Zu diesem Zweck ist der Gegenschieber bei den
5 vorbekannten Werkzeugköpfen im allgemeinen durch eine
mechanische Verbindung, z.B. eine Zahnradverbindung,
mit dem Werkzeugschieber gekoppelt.

Eine entsprechende mechanische Kopplung des Gegenschie-
10 bers mit dem Werkzeugschieber ist auch bei dem erfin-
dungsgemäß ausgebildeten Werkzeugkopf möglich. In weite-
rer Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen,
daß der Gegenschieber zur Wuchtausgleichverstellung
ebenfalls mit einem unter Druck stehenden Hydraulik-
15 mittel beaufschlagbar ist.

Hierdurch wird eine mechanische Kopplung zwischen Werk-
zeugschieber und Gegenschieber überflüssig. Insbesonde-
re ergibt sich hierdurch die Möglichkeit, den Gegen-
20 schieber in Abhängigkeit von Unwuchtsignalen so zu
steuern, daß die Unwucht entsprechend den sich ändern-
den Arbeitsbedingungen ständig ausgeglichen wird. Zu
diesem Zweck ist dem Gegenschieber ein eigener hydraulik-
scher Steuerkreis zugeordnet, der in Abhängigkeit von
25 den Unwuchtsignalen gesteuert wird.

Durch die vorliegende Erfindung werden die Standzeit
der Werkzeugmaschine, insbesondere des Werkzeuges, sowie
die Herstellungsgenauigkeit und Oberflächenqualität der
30 herzustellenden Werkstücke verbessert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung er-
geben sich aus den Unteransprüchen.

1 Anhand der Zeichnungen wird ein Ausführungsbeispiel der
Erfindung erläutert. Es zeigt:

5 Figuren 1A, 1B eine schematische Darstellung eines
erfindungsgemäß ausgebildeten, an einer
Werkzeugspindel vorgesehenen Werk-
zeugkopfes mit den zugehörigen Steuer-
kreisen;

10 Figur 2 eine Draufsicht auf den Werkzeugkopf
nach Figur 1, jedoch ohne Werkzeug-
spindel und Steuerkreise.

15 In Figur 2 ist in schematischer Weise eine Werkzeug-
spindel 2 dargestellt, die in Lagern 4 drehbar gelagert
ist. An der Werkzeugspindel 2 ist ein als Plandrehkopf
ausgebildeter Werkzeugkopf 6 lösbar angebracht.

20 Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Werkzeug-
kopf mittels eines Kurzkegels an der Werkzeugspindel
angeschraubt. Der Werkzeugkopf kann jedoch in beliebig
anderer Weise an der Werkzeugspindel 2 angebracht sein,
beispielsweise mittels eines Steilkegels zum selbsttätigen
Auswechseln des Werkzeugkopfes.

25 Der Werkzeugkopf 6 besteht aus einem Grundkörper 8 mit
einem ein Werkzeug 12 tragenden Werkzeugschieber 10 und
einem zum Wuchtausgleich dienenden Gegenschieber 14.
Der Werkzeugschieber 10 ist in einer Nut 16 und der
30 Gegenschieber 14 in einer Nut 18 jeweils radial ver-
schiebbar gelagert. Beide Schieber sind in ihrer Ver-
schieberichtung frei beweglich und werden allein durch
hydraulische Druckkräfte verstellt und gehalten, wie
im folgenden erläutert wird.

35 Der Werkzeugschieber 10 ist mit einem zylindrischen
Innenraum 20 versehen, der von einem Kolben 23 in zwei
Druckkammern 21, 22 unterteilt wird. Am Kolben 23 ist eine

- 1 Kolbenstange 24 vorgesehen, die durch eine Bohrung 26
des Werkzeugschiebers 10 hindurchgeführt ist und an
ihrem vom Kolben 23 abgewandten Ende mittels einer
Schraubverbindung 28 im Grundkörper 8 festgelegt ist.
- 5 Die Kolbenstange 24 ist mit zwei Bohrungen 30,32 ver-
sehen, die zum Zu- und Abführen von unter Druck stehen-
dem Hydraulikmittel und somit zur Druckbeaufschlagung
und -entlastung der Druckkammern 21,22 dienen. Die
gegenüberliegenden Stirnflächen des Innenraumes 20 wir-
10 ken als Druckflächen 21a, 22a, an denen die den Werk-
zeugschieber 10 verschiebenden Druckkräfte angreifen.

- Der Gegenschieber 14 besitzt in der gleichen Weise einen
Innenraum 34, der von einem Kolben 37 in zwei Druck-
15 kammern 35,36 unterteilt wird und mit Druckflächen 35a,
36a versehen ist, sowie eine Kolbenstange 38, die durch
eine Bohrung 40 des Gegenschiebers 14 hindurchgeführt,
mittels einer Schraubverbindung 42 im Grundkörper 8
festgelegt und mit zwei Bohrungen 44,46 zum Zu- und
20 Abführen von unter Druck stehendem Hydraulikmittel
versehen ist.

- Da der Werkzeugschieber 10 und der Gegenschieber 14 im
Betrieb in entgegengesetzten Richtungen verstellt werden,
25 sind die Kolbenstangen 24,38 der beiden Schieber ent-
gegengesetzt gerichtet.

- Zur Druckbeaufschlagung der Druckkammern 21,22 des Werk-
zeugschiebers 10 ist ein schematisch angedeuteter Steuer-
30 kreis 50 vorgesehen, der im dargestellten Ausführungs-
beispiel aus einem hydraulischen Hochdruckteil und
einem pneumatischen Niederdruckteil mit einem Druck-
wandler 52 besteht. Der Druckwandler 52 ist an dem vom
Werkzeugkopf 6 abgewandten Ende der Werkzeugspindel 2
35 angeordnet und über durch die Werkzeugspindel 2 und

1 den Grundkörper 8 verlaufende Leitungen 54,56 mit den
Bohrungen 30,32 verbunden ist. Der nur schematisch an-
gedeutete Druckwandler 52 besteht aus einem umlaufenden
Teil und einem stationären Teil, von denen der letztere
5 über eine Leitung mit einem pneumatischen Signalgeber
58 verbunden ist.

Dem Werkzeugschieber 10 ist ein Wegmesser 60 (vgl. auch
Figur 2) zugeordnet, der auf digitaler oder analoger
10 Basis arbeitet und im dargestellten Ausführungsbei-
spiel als Wegmeßlineal mit einem induktiven Aufnehmer
ausgebildet ist. Der Wegmesser 60 erzeugt kontinuier-
lich der Stellung des Werkzeugschieber 10 entsprechende
Wegsignale, die an einen Rechner 62 übertragen werden.
15 Zu diesem Zweck ist der Wegmesser 60 im dargestellten
Ausführungsbeispiel über eine elektrische Leitung 64
mit einer Steckverbindung ⁶⁶ zwischen Grundkörper 8 und
Werkzeugspindel 2 mit einem an der Werkzeugspindel 2
vorgesehenen Sender 68 verbunden, der die Wegsignale
20 drahtlos an einen stationären Empfänger 70 überträgt.
Der Empfänger 70 ist mit dem Rechner 62 verbunden.

Der Rechner 62 erzeugt abhängig von den Wegsignalen entsprechen-
dem Programm mit der numerischen Werkzeugsteuerung
25 Steuersignale, die an den pneumatischen Signalgeber
58 weitergeleitet werden. Diese Steuersignale steuern
kontinuierlich die Druckbeaufschlagung des Steuer-
kreises 50 und damit die Stellung des Werkzeugschiebers
10.

30 Zur Druckbeaufschlagung des Gegenschiebers 14 ist ein
getrennter Steuerkreis 72 vorgesehen, der ebenfalls
einen hydraulischen Hochdruckteil und einen pneumati-
schen Niederdruckteil mit einem Druckwandler 74 auf-
weist. Der Druckwandler 74 ist entsprechend dem Druck-
35

1 wandler 52 ausgebildet und steht über Leitung 76,78 mit^{en}
den Druckkammern 35,36 des Gegenschiebers 14 in Verbin-
dung. Der pneumatische Niederdruckteil weist einen pneu-
matischen Signalgeber 80 auf, der mit der Niederdruck-
5 seite des Druckwandlers 74 verbunden ist.

Ferner ist ein Fühler 82 zum Erfassen einer Unwucht des
Werkzeugkopfes 6 vorgesehen. Der Fühler 82, der im dar-
gestellten Ausführungsbeispiel einem der Lager 4 zuge-
10 ordnet ist, gibt kontinuierlich Unwuchtsignale ent-
sprechend der ermittelten Unwucht über eine Leitungs-
verbindung 84 an den Rechner 62 ab. Der Rechner 62
ermittelt in Abhängigkeit von den Unwuchtsignalen
Steuersignale, die an den pneumatischen Signalgeber 80
15 des Steuerkreises 72 übertragen werden. Auf diese -
Weise wird die Verstellung des Gegenschiebers 14 in
Abhängigkeit von den Unwuchtsignalen des Fühlers 82
gesteuert.

20 Da der Werkzeugschieber 10 und der Gegenschieber 14
durch voneinander unabhängige Steuerkreise verstellt
werden, kann der Gegenschieber 14 aus einem schwereren
Material als der Werkzeugschieber 10 hergestellt sein,
beispielsweise aus Schwermetall.

25 Die Funktionsweise des beschriebenen Systems dürfte be-
reits aus der obigen Beschreibung ersichtlich sein. Der
Wegmesser 60 erzeugt kontinuierlich in Abhängigkeit
von der Stellung des Werkzeugschiebers 10 elektrische
30 Wegsignale. Diese Wegsignale werden im Rechner 62 in
Verbindung mit einem Programm der numerischen Werkzeug-
steuerung zur Erzeugung von Steuersignalen benutzt, mit
denen der Steuerkreis 50 zur Druckbeaufschlagung des
Werkzeugschiebers 10 gesteuert wird. Auf diese Weise läßt sich
35 der Werkzeugschieber 10 und damit das Werkzeug 12 allein
durch die hydraulische Druckbeaufschlagung während des

1 Bearbeitungsvorganges kontinuierlich entsprechend einer
gewünschten Kontur des herzustellenden Werkstücks (nicht
gezeigt) verstellen. Selbstverständlich läßt sich der
Werkzeugschieber 10 und damit das Werkzeug 12 in jeder
5 beliebigen Stellung halten, falls dies das Bearbeitungs-
programm der numerischen Werkzeugsteuerung erfordert.

Eine Verstellung des Werkzeugschiebers 10 hat aufgrund
der Änderung seiner Fliehkräfte eine entsprechende Un-
10 wucht des Werkzeugkopfes 6 zur Folge, die der Fühler 82
feststellt. Die vom Fühler 82 laufend erzeugten Unwucht-
signale werden im Rechner 62 zu Steuersignalen verar-
beitet, mit denen die Druckbeaufschlagung des Steuer-
kreises 72 und damit des Gegenschiebers 14 gesteuert
15 wird. Hierdurch wird der Gegenschieber 40
so verstellt, daß er die bei der Bearbeitung auftreten-
de Unwucht kontinuierlich ausgleicht. Hierdurch läßt
sich eine ungewöhnlich hohe Wuchtgenauigkeit erzielen.

20 Zahlreiche Abwandlungen des Ausführungsbeispiels sind
möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.
Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind der Werkzeug-
schieber 10 und der Gegenschieber 14 in radialer Rich-
tung, d.h. senkrecht zur Achse der Werkzeugspindel 2,
25 verschiebbar. Die beschriebene Steuerung der Schieber
läßt sich jedoch auch dort anwenden, wo der Werkzeug-
schieber und der Gegenschieber in einer Richtung schräg
zur Achse der Werkzeugspindel verschiebbar sind.

30 Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Druck-
wandler 52,74 an der Werkzeugspindel 2 vorgesehen,
was eine entsprechende Leitungsverbindung mit An-
schlüssen zwischen der Werkzeugspindel 2 und dem Werk-
zeugkopf 6 erfordert. Eine andere Möglichkeit besteht
35 darin, die Druckwandler im Werkzeugkopf selbst anzu-
ordnen, so daß in diesem Fall keine Anschlüsse zwischen

1 dem Werkzeugkopf und der Werkzeugspindel erforderlich
sind. Diese Lösung ist besonders geeignet für einen
Werkzeugkopf, der durch eine Wechsellvorrichtung selbst-
tätig auswechselbar ist.

5

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind zur Übertra-
gung der Wegsignale vom umlaufenden Teil der Werkzeug-
spindel auf einen stationären Teil eine drahtlose Über-
tragungseinrichtung vorgesehen. Stattdessen könnte auch
10 eine Schleifringverbindung verwendet werden.

Statt die Unwucht mittels eines am Lager vorgesehenen
Fühlers zu erfassen, könnte zu diesem Zweck z.B. die
Frequenz der Werkzeugspindel überwacht werden.

15

20

25

30

35

14

- Leerseite -

Fig. 1A

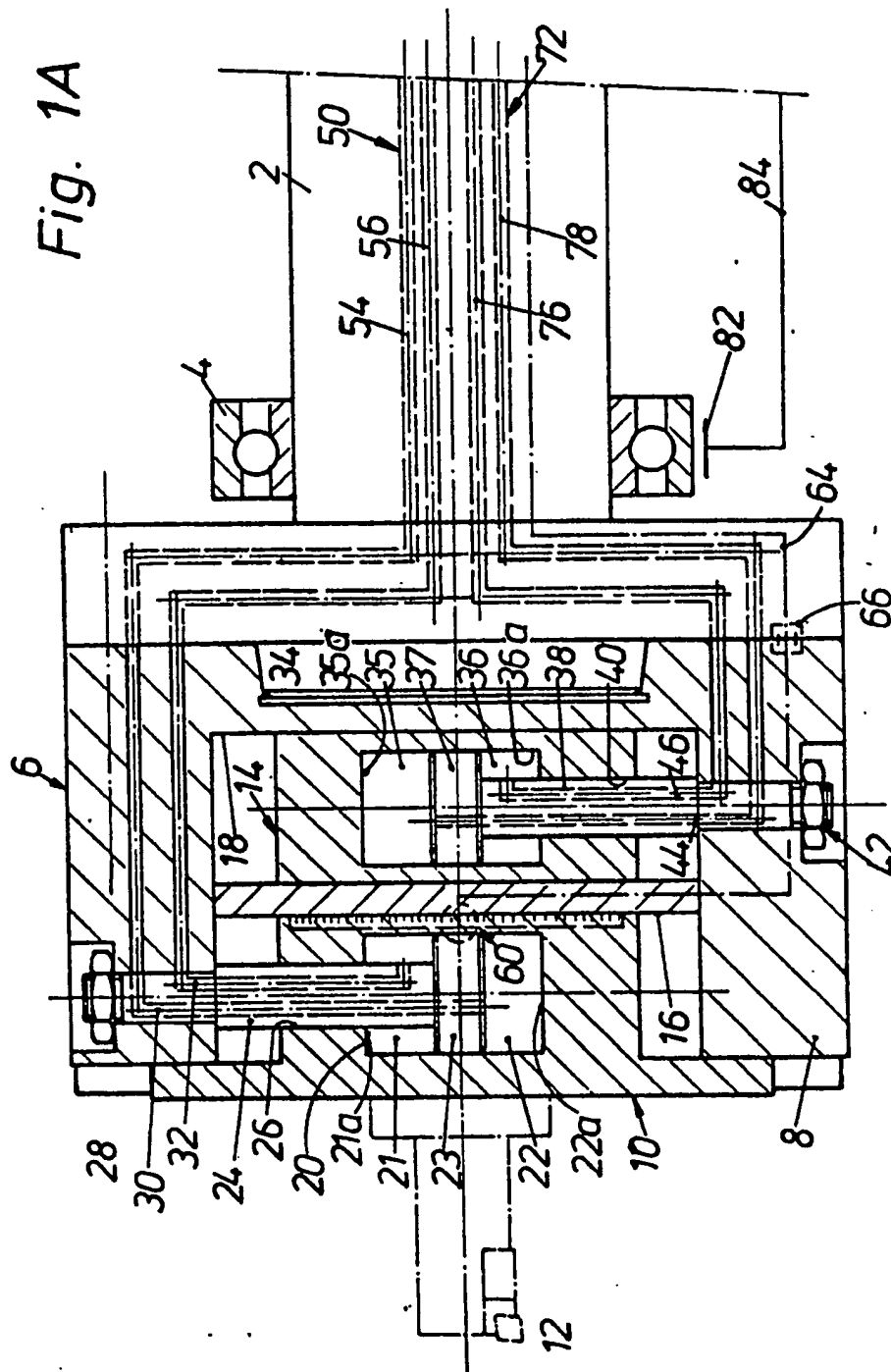


Fig. 2

